

ESTIMACIÓN DE PESOS DE BECERROS DE DOBLE PROPÓSITO A PARTIR DE MEDICIONES CORPORALES

Estimation of Weights of Dual Purpose Calves from Body Measurements

Ramón Álvarez Z.¹, Lucía Vaccaro¹, Rodolfo Vaccaro², Omar Verde², Leyla Ríos¹ y Humberto Mejías³

¹Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía. ²Cátedra de Genética, Facultad de Ciencias Veterinarias.

³Proyecto UCV/CIID/IICA, Universidad Central de Venezuela, Apartado 4579. Maracay, Edo. Aragua, Venezuela

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la precisión de los estimados de peso vivo (PV) de becerros de doble propósito en base a mediciones corporales (MC) individuales o combinaciones de éstas. Las MC consideradas fueron: altura a la cruz (AC), altura a la grupa (AG), largo corporal (LC) y perímetro torácico (PT). Se midieron y pesaron individualmente 710 becerros de ambos sexos, *Bos taurus* x *Bos indicus*, entre 5 días y 12 meses de edad, provenientes de 9 fincas comerciales y de una Estación Experimental, ubicadas en los estados Guárico (7), Falcón (1) y Portuguesa (2). Los rebaños se mantuvieron a pastoreo. Se realizaron análisis de regresión y correlación múltiples, considerando las combinaciones posibles de MC y los efectos de sexo y grupo racial $\leq 1/2$, $1/2</math>- y $> 1/2</math>-europeo (E). Los valores medios corregidos a cuatro meses de edad fueron $66,7 \pm 1,1$ kg (PV), $84,2 \pm 0,3$ cm (AC), $88,7 \pm 0,3$ cm (AG), $84,1 \pm 0,5$ cm (LC) y $101,7 \pm 0,7$ cm (PT). La repetibilidad de todas las MC fue alta ($r=0,97$ a $0,99$) cuando fueron tomadas en dos oportunidades el mismo día por la misma persona. El LC resultó ser el indicador simple más preciso de PV ($R^2=0,92$). No se encontraron diferencias entre las regresiones PV:LC por sexo, pero sí por grupo racial. Por lo tanto, las predicciones deben hacerse por separado para los grupos $\leq 1/2</math>- y $> 1/2</math>-E. El valor máximo de R^2 obtenido con las combinaciones fue 0,94. Se concluyó que el incremento en precisión con combinaciones de mediciones era insuficiente como para justificar la toma de otras medidas además del LC.$$$$

Palabras clave: Bovinos, crecimiento, peso vivo.

ABSTRACT

The objective of the study was to determine the precision of the estimates of live weight (PV) of dual purpose calves based on individual and combined body measurements (MC). The

MC considered were: wither height (AC), rump height (AG), body length (LC) and heart girth (PT). A total of 710 *Bos taurus* x *Bos indicus* calves, of both sexes, between 5 days and 12 months old, from 9 commercial farms and an experiment station, located at Guárico (7), Falcón (1) and Portuguesa (2) states were included in the study. The herds were kept on grazing. Multiple correlation and regression analyses were carried out, considering the possible combinations of MC and the effects of sex and breed group [$< 1/2</math>, $1/2</math>- and $> 1/2</math>-european (E)]. Repeatability of all MC's was high ($r=0.97$ to 0.99) when taken at two different moments the same day by the same person. LC turned out to be the single most precise indicator of PV ($R^2=0.92$). Although no difference between sexes in the regressions of PV on LC were found, breed group regressions were different ($P<0.05$). Therefore, predictions must be made separately for $1/2</math>- and $> 1/2</math>-E. The highest obtained R^2 value using combined measurements was 0.94. It was concluded that the increment in precision by using combinations of several measurements was not enough to justify using any others in addition to LC to predict PV.$$$$$

Key words: Cattle, growth, body weight.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de bovinos de doble propósito, la leche generalmente tiene mayor importancia económica que la carne [1]. Sin embargo, la inclusión del crecimiento en los registros de producción tiene la ventaja de ayudar al productor a identificar fallas en el manejo/ alimentación de los animales jóvenes, permitiendo un seguimiento hasta el momento óptimo de servicio (hembras) o del mercado (machos). Por ser elemento constituyente del sistema, la información sobre el crecimiento de los becerros debe ser incluida en los criterios de selección/descarte de vacas de doble propósito. Para medir el crecimiento de becerros, se ha hecho indispensable hasta ahora el

uso de una romana, la cual por razones económicas no está presente en la mayoría de las explotaciones. Ante esta problemática se planteó la presente investigación con el fin de buscar una alternativa para predecir el peso corporal de becerros de doble propósito sobre la base de mediciones corporales, fáciles de tomar. Los objetivos del presente estudio fueron: evaluar la repetibilidad de mediciones realizadas por una misma persona en dos oportunidades y determinar la precisión de estimados del peso vivo de becerros de doble propósito en base a mediciones corporales individuales ó combinaciones de éstas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se midieron y pesaron individualmente 710 becerros, de ambos sexos, provenientes de sistemas de doble propósito, manejados a pastoreo, en edades comprendidas entre cero y doce meses, productos del cruce de *Bos taurus x Bos indicus*, correspondientes a los rebaños de la Estación Experimental "San Nicolás", de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela y de nueve fincas comerciales.

Todas las explotaciones se encuentran a alturas menores de 350 msnm, con una temperatura media anual de 26-27°C. La principal diferencia entre estas zonas, más que el volumen de precipitación, es su distribución en el año con períodos de sequía que van de 4 (Falcón) a 7 meses (Portuguesa y Guárico). Los pastos que predominan son: *Cynodon nlenfluen-sis* (estrella) en Falcón; *Echinochloa polystachya* (Aleman), *Brachiaria mutica* (Pará) y *Brachiaris decumbens* (Braquiaria) en Portuguesa y pastos naturales, *Brachiaria decumbens* (Brachiaria) y *Brachiaria brizantha* (Brachiaria) en Tiznados y Tucupido, ambos en el Estado Guárico. En Tucupido, el sistema prevaleciente es mixto con la producción de sorgo y maíz y el aprovechamiento del rastrojo para pastoreo. En general, se observa un mayor grado de especialización hacia la producción de leche en Falcón, con ordeño mecánico, predominancia de pastos cultivados y de suplementación energético-proteica de las vacas. En cuanto al manejo alimentario de los becerros desde su nacimiento hasta el destete, todas las fincas crían a sus becerros en forma natural. En la mayoría de éstas se les deja a los becerros la leche de un cuarto más la residual. En Tucacas y en dos fincas de Tucupido se ofrece además, después del amamantamiento, algún suplemento en forma racionada (pulpa de cítricos en la primera zona y en la segunda, bloques multinutricionales en una y grano de maíz partido en la otra). En las fincas de Portuguesa se les deja a los becerros solamente la leche residual, pero además se les ofrece concentrado comercial a razón de 0,5 kg/día aproximadamente. El resto de las fincas no ofrecen ningún tipo de suplementación. Posterior al amamantamiento y consumo del suplemento, los becerros son llevados a potreros, donde se ofrece un forraje de mala calidad, ya sea pasto nativo, cultivado o soca de sorgo. El destete de los becerros se efectúa entre ocho y doce meses de edad, según la zona y/o finca. Posterior a esta edad,

los becerros son soltados por lo general, no en los mejores potreros de las fincas, ya que, estos últimos son utilizados para las vacas en ordeño.

Determinación del peso vivo

En la mayoría de las fincas, el peso de cada animal, se tomó con una balanza portátil tipo reloj que se hacía pender de alguna estructura del sitio de trabajo y con ayuda de una cinta se colgaba el animal en la balanza y se tomaba la lectura. En dos de las fincas que disponían de romanas, el peso se determinó con dicho instrumento.

Determinación de las mediciones corporales

Las alturas se midieron con una regla graduada vertical con un brazo móvil. El resto de las mediciones se realizaron con una cinta métrica común.

Las mediciones tomadas fueron: altura a la cruz, altura a la grupa, perímetro torácico y largo corporal.

La altura a la cruz se midió desde el piso hasta la porción más sobresaliente de los cartílagos de las escápulas (zona comúnmente llamada "cruz") y la altura a la grupa como la distancia comprendida desde el piso hasta la tuberosidad sacra, también denominada comúnmente "grupa".

El perímetro torácico se midió ajustando la cinta métrica al cuerpo del animal inmediatamente delante del ombligo y el largo corporal tomando la parte más sobresaliente de la tuberosidad isquiática (punta de la nalga) y la zona media del tubérculo mayor del húmero (punta de la paletilla ó espalda).

El 88% del total de los becerros fue medido en dos oportunidades, incluyendo las cuatro mediciones corporales. El resto mostró dificultades en el momento de tomar las mediciones, por lo que solo fue posible medirlos una sola vez. En los animales medidos dos veces el procedimiento seguido fue: primero tomar las mediciones corporales, luego pesar y por último volver a medir. El objetivo de este procedimiento era lograr simular dos mediciones en momentos distintos para estimar la repetibilidad de cada una de las mediciones corporales. En los animales medidos uno sola vez no se siguió ningún orden en particular.

Al realizar las mediciones se trató en lo posible que los animales permanecieran bien apoyados en sus cuatro extremidades y sobre una superficie plana. En las dos últimas se tuvo cuidado de que la cinta se mantuviera tensa y que no se doblara indebidamente. Además, todas las mediciones fueron tomadas por una misma persona con la finalidad de disminuir posibles errores en este sentido.

Para dar inicio al trabajo de campo, los becerros debían estar en ayunas, o en su defecto se esperaban dos horas como mínimo para comenzar dicha actividad. Esto con el fin de reducir variaciones en los pesos y mediciones, provocadas por el aumento en volumen y peso del tracto digestivo lleno.

TABLA I
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN ENTRE MEDICIONES CORPORALES REALIZADAS EN LOS MISMOS INDIVIDUOS EL MISMO DÍA (n = 625)

Medición Corporal	Coefficiente de correlación (r)
Altura a la Cruz	0,99
Altura a la Grupa	0,99
Largo Corporal	0,98
Perímetro Torácico	0,97

TABLA II
RELACIÓN ENTRE EL PESO VIVO (PV) Y MEDICIONES CORPORALES INDIVIDUALES (n=710)

Medición Corporal	Relación PV: medición corporal		
	B	R	R ²
Altura a la Cruz	2,88**	0,94	0,88
Altura a la Grupa	2,79**	0,94	0,88
Largo Corporal	2,15**	0,96	0,92
Perímetro Torácico	1,30**	0,94	0,88

b = Coeficiente de regresión. r = Coeficiente de correlación.
R² = Coeficiente de determinación. ** = (P < 0,01).

Finalmente, la información obtenida en campo fue analizada utilizando el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + S_j + b_1(X_1) + b_2(X_2) + b_3(X_3) + b_4(X_4) + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = peso de un animal k, de sexo j y grupo racial i

μ = media de la población

R_i = efecto del grupo racial i; i = 1, 2, 3 (<1/2-europeo, 1/2-europeo y >1/2-europeo)

S_j = efecto fijo del sexo j; j = 1, 2 (macho y hembra)

b_1 = coeficiente de regresión parcial del peso sobre la altura a la cruz (X_1)

b_2 = coeficiente de regresión parcial del peso sobre la altura a la grupa (X_2)

b_3 = coeficiente de regresión parcial del peso sobre el largo corporal (X_3)

b_4 = coeficiente de regresión parcial del peso sobre el perímetro torácico (X_4)

ε_{ijk} = elemento al azar de la observación en el animal k de sexo j y raza i, normal e independientemente distribuido, con media cero y varianza σ^2 .

La precisión de las mediciones corporales se determinó mediante el coeficiente de correlación simple entre la primera y la segunda medida.

Las regresiones parciales se compararon mediante la prueba de t. Los análisis se llevaron a cabo utilizando el programa de Harvey [2].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Repetibilidad

Un aspecto de la medición corporal de interés práctico es la confiabilidad de las medidas, puesto que la relación entre el peso vivo y cualquiera de las mediciones podría estar afectada por la dificultad de obtener resultados con precisión.

En este estudio se cuantificó el grado en el cual los valores obtenidos por el mismo operador en una oportunidad se repiten con los mismos animales en otra oportunidad. La TABLA I muestra los coeficientes de correlación entre mediciones tomadas en distintos momentos durante el mismo día. Los altos niveles de los coeficientes de correlación estimados ($\leq 0,97$) indican que todas las mediciones corporales tuvieron alta repetibilidad, con una ligera superioridad para las dos mediciones de altura.

Relación entre el peso vivo y mediciones corporales simples

En la TABLA II se muestran los coeficientes simples de regresión, correlación y determinación para cada una de las mediciones corporales con respecto al peso vivo.

Todas las mediciones corporales (altura a la cruz, altura a la grupa, largo corporal y perímetro torácico) estuvieron significativamente correlacionadas con el peso del becerro, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en Asia por Srivastava y col. [8] con animales recién nacidos cruces de razas europeas x Haryana, en América Latina por Menéndez y col. [3] con jóvenes y adultos Cebú y en África por Spencer y Eckert [7] también con jóvenes y adultos pero de raza N'Dama, todos en sistemas donde los animales son criados a pastoreo.

El largo corporal fue la medición que presentó mayor relación con el peso vivo ($r=0,96$), si bien la diferencia en comparación con las otras ($r=0,94$) fue pequeña. Estos resultados difieren de los obtenidos por Menéndez y col. [3] y Srivastava y col. [8]. Inclusive, para los primeros el largo corporal fue la que guardó menos relación con el peso de los animales. La diferencia con los últimos probablemente se deba a que ellos trabajaron con animales de otro grupo racial y de todas las edades.

De los resultados obtenidos, el más similar a los citados en la literatura fue el referente a la relación peso:perímetro torácico. Menéndez y col. [3], Raymond y col. [5], Sekasiddhi y col. [6] y Verma y Hussain [9] citaron valores de r ligeramente superiores (en el rango 0,95 a 0,98). Por su parte, Srivastava y col. [8] obtuvieron una correlación inferior (0,72). Esta diferencia se podría atribuir a que estos últimos trabajaron solamente con becerros recién nacidos.

TABLA III
COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN CORRESPONDIENTES A LA REGRESIÓN MÚLTIPLE DE PESO VIVO
SOBRE MEDICIONES CORPORALES COMBINADAS

Combinación Doble	R ²	Combinación Triple	R ²	Combinación Cuádruple	R ²
PT+LC	0,94	AC+PT+LC	0,94	AC+AG+LC+PT	0,94
PT+AG	0,93	AG+AC+LC	0,93		
AC+PT	0,92	PT+AC+LC	0,94		
AC+AG	0,89	AC+PT+AG	0,93		
AC+LC	0,93				
AG+LC	0,93				

AC = Altura a la Cruz. R² = Coeficiente de determinación. AG = Altura a la Grupa. LC = Largo Corporal. PT = Perímetro Torácico.

TABLA IV
RELACIÓN ENTRE EL PESO VIVO Y EL LARGO CORPORAL POR GRUPO RACIAL (GR), (n=686)

Medición	GR	B	r	R ²
Largo Corporal	≤½-E	1,97	0,96	0,92
	>½-E	2,44		

GR = Grupo racial. b = Coeficiente de regresión parcial. r = Coeficiente de correlación. R² = Coeficiente de determinación. E = Europeo.

Al igual que en el estudio de Patel y Saiyed [4], los coeficientes de regresión simple para las cuatro mediciones fueron todos significativos.

Relación entre el peso vivo y mediciones corporales en forma combinada

Con el propósito de determinar si la inclusión de más de una medición corporal aumentaba la precisión de la estimación del peso vivo, se calcularon los coeficientes de determinación correspondientes a todas las posibles combinaciones dobles, triples y cuádruple, TABLA III.

Las precisiones obtenidas con las combinaciones triples y la cuádruple ($R^2 \leq 0,94$) no superaron a la mejor de las dobles (perímetro torácico más largo corporal: $R^2 = 0,94$), y ésta última superó en sólo 2% a la mejor de las mediciones simples (largo corporal: $R^2 = 0,92$), TABLA I.

Las regresiones múltiples demostraron que, cuando las cuatro mediciones eran consideradas, solamente el perímetro torácico y el largo corporal tuvieron coeficientes significativos en la prueba de t, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Patel y Saiyed [4]. Además, de la literatura consultada solamente este último estudio reportó información sobre la relación entre el peso vivo y mediciones corporales combinadas.

De acuerdo con estos resultados, no es recomendable considerar combinaciones triples ni la cuádruple para estimar el peso, debido a que no superaron la precisión de la combinación perímetro torácico más largo corporal, y que además implicaría un mayor esfuerzo y complejidad en tomar las mediciones. Por otro lado, se podría justificar en términos de precisión el incluir hasta dos mediciones corporales para estimar el

peso vivo, y lograr un ligero incremento de 2% en la precisión. Sin embargo, desde el punto de vista práctico, la consideración de una variable adicional es discutible, debido al trabajo extra que esto representaría.

Análisis de regresión del peso vivo sobre largo corporal dentro de grupo racial y sexo

A partir de los resultados obtenidos se seleccionó al largo corporal como la mejor medición simple para estimar el peso vivo de los becerros. Para obtener una precisión máxima en su uso, y determinar si los factores sexo y grupo racial afectaban el valor de la regresión, se hizo un análisis de regresión dentro de sexos y otro dentro de grupo racial.

Se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0,01$) entre las regresiones por grupos raciales. Dentro de estos, las regresiones correspondientes a los grupos <½- y ½-europeo no fueron diferentes entre sí, pero ambos fueron diferentes al valor obtenido para el grupo >½-europeo. No se encontró diferencia entre las regresiones dentro de sexos.

En la TABLA IV se presentan los coeficientes de regresión obtenidos agrupando los datos de los becerros <½- y ½-europeos, en comparación con los >½-europeos, con los respectivos coeficientes de correlación y determinación.

De acuerdo a lo anterior, se seleccionaron dos ecuaciones de regresión del peso vivo a partir de la medición del largo corporal: una para los becerros cuyo grupo racial era ≤50% de genes europeos ($\hat{Y} = 1,97X - 99,75$) y otra para los > 50% de genes europeos ($\hat{Y} = 2,44X - 139,18$), donde \hat{Y} = peso vivo (kg) y X = largo corporal (cm), y finalmente se confeccionó un Cuadro guía de predicción, TABLA V.

TABLA V
CUADRO GUÍA PARA ESTIMAR EL PESO VIVO DE BECERROS DOBLE PROPÓSITO HASTA LOS 12 MESES DE EDAD DE ACUERDO AL LARGO CORPORAL

LC (cm)	Peso estimado (kg)		LC (cm)	Peso estimado (kg)	
	≤½-E	>½-E		≤½-E	>½-E
66	30	22	82	62	61
67	32	24	83	64	63
68	34	27	84	66	66
69	36	29	85	68	68
70	38	32	86	70	71
71	40	34	87	72	73
72	42	37	88	74	76
73	44	39	89	76	78
74	46	41	90	78	80
75	48	44	91	80	83
76	50	46	92	82	85
77	52	49	93	84	88
78	54	51	94	85	90
79	56	54	95	87	93
80	58	56	96	89	95
81	60	58	97	91	98

TABLA VI
RELACIÓN ENTRE PESO VIVO Y LA COMBINACIÓN DE PERÍMETRO TORÁCICO (PT) MÁS LARGO CORPORAL (LC) POR GRUPO RACIAL (n=686)

Combinación Doble	G	Relación peso vivo : PT + LC		r	R ²
		B			
		PT	LC		
PT + LC	≤½-E	0,74	0,84	0,97	0,95
	>½-E	0,58	1,61		

GR = Grupo racial. b = Coeficiente de regresión parcial. r = Coeficiente de correlación. R² = Coeficiente de determinación. E = Europeo.

Análisis de regresión para peso vivo sobre perímetro torácico y largo corporal dentro de sexo y grupo racial

En vista de que la combinación perímetro torácico más largo corporal resultó ser la que estimó el peso vivo de los becerros con mayor precisión, se repitió el procedimiento descrito en el apartado anterior para estimar el efecto de sexo y grupo racial sobre la regresión. Al igual que en el caso anterior, se determinó que solamente habían diferencias estadísticas (P<0,01) entre las regresiones por grupos raciales, y de éstos únicamente los >½-europeos eran diferentes a los otros (<½- y ½-europeos). En la TABLA VI se muestran los coeficientes de regresión parcial del peso vivo con la combinación de perímetro torácico más largo corporal para cada grupo racial. Debido al efecto que tuvo el grupo racial, la precisión del estimado se incremento en una unidad de porcentaje.

Las ecuaciones de regresión resultantes para estimar el peso vivo a través de estas mediciones y para los grupos raciales que mostraron diferencias significativas, son las siguientes:

- Para becerros ≤½-europeo:

$$\hat{Y} = -80,03 + 0,74PT + 0,84LC,$$

- Para becerros >½-europeo:

$$\hat{Y} = -128,40 + 0,58PT + 1,61LC,$$

donde:

\hat{Y} = Peso vivo estimado en kg

PT = Perímetro torácico en cm

LC = Largo corporal en cm

CONCLUSIONES

Las mediciones perímetro torácico, altura a la cruz, altura a la grupa y largo corporal pueden efectuarse con un alto grado de repetibilidad ($r \geq 0,97$) por la misma persona en diferentes oportunidades el mismo día.

El largo corporal resultó ser el mejor indicador simple del peso vivo ($R^2 = 0,92$), encontrándose diferencias estadísticas ($P < 0,01$) entre grupos raciales. Por lo tanto, las predicciones deben hacerse por separado para los grupos $<1/2$ - y $>1/2$ -europeos.

La combinación perímetro torácico más largo corporal fue la que arrojó mayor precisión entre las combinaciones dobles y no fue superada por las combinaciones triples y cuádruples. Las mediciones combinadas incrementaron muy poco la precisión obtenida con una sola medición (largo corporal), que es más fácil de tomar. Por lo tanto, se seleccionó al largo corporal como la mejor medición corporal para estimar el peso vivo de los animales hasta el año de edad.

El peso vivo puede predecirse con un grado de precisión aceptable en base al largo corporal, utilizando un Cuadro guía confeccionado para animales $1/2$ - ó $<1/2$ -europeos y $>1/2$ - europeos separadamente.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) y al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) por el apoyo económico y administrativo respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BODISCO, V.; RODRÍGUEZ, A. Ganado de doble propósito y su mejoramiento genético en el trópico. **E-L Editores**, Maracay. 327 pp. 1985.
- [2] HARVEY, W.R. Mixed model least squares and maximum likelihood computer program. **User's guide for LSMLW**. Ohio State Univ. Columbus, (Mimeo). PC-1 version. 1988.
- [3] MENÉNDEZ, B.A.; PÉREZ, B.; PENICHER, A.; VARELA, O.; HERRERA, O.; FERNÁNDEZ, M.; RODRÍGUEZ, M. Estimación del peso vivo. **Asoc. Cubana Prod. Anim.** 3(12):31-34. 1988.
- [4] PATEL, J.M.; SAIYED, L.H. Prediction of body weight from body measurements in Jersey x Kankrej crossbreeds. **Indian J. Anim. Prod. Manag.** 14(4):28-48. 1988.
- [5] RAYMOND, A.K.; CHEAH, P.F.; BORHAN, A.S. Relationship between body weight and heart girth in crossbreed cattle. **Malaysian Agric. J.** 53 (4):299-301. 1982.
- [6] SEKASIDDHI, P.; SAMITAI, K.; SINGHAJAN, S.; WATTCHAI, K.; CHOTIKASATHEIN, S. Project of progeny testing AI bulls. 1. Preliminary study of performance test of Holstein Friesian crossbreed dairy cows at Ratchaburi. **Thai J. Vet. Med.** 15(1):53-65. 1985.
- [7] SPENCER, W.P.; ECKERT, J.B. Estimating live weight and carcass weight in Gambia N'Dama cattle. **World Anim. Rev.** 65:18-23. 1988.
- [8] SRIVASTAVA, B.B.; PANDEY, H.N.; NIVSARKAR, A.E.; TANEJA, V.K.; GARG, R.G. Factors affecting body weight and measurements at birth in three-breed crosses. **Indian J. Anim. Sci.** 56 (1) 131-134. 1986.
- [9] VERMA, D.N.; HUSSAIN, K.Q. The estimation of the body measurement of calves from heart girth measurements. **Indian Vet. Med. J.** 9(2):112-114. 1985.